

19 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

12 Offenlegungsschrift
10 DE 197 30 617 A 1

21 Aktenzeichen: 197 30 617.9
22 Anmeldetag: 17. 7. 97
43 Offenlegungstag: 21. 1. 99

51 Int. Cl.⁶:
F 23 D 11/38
F 23 D 11/40
F 23 R 3/02
B 05 B 1/34
B 05 B 7/04

DE 197 30 617 A 1

71 Anmelder:
ABB Research Ltd., Zürich, CH

74 Vertreter:
Lück, G., Dipl.-Ing. Dr.rer.nat., Pat.-Anw., 79761
Waldshut-Tiengen.

72 Erfinder:
Döbbeling, Klaus, Windisch, CH; Steinbach,
Christian, Dr., Neuenhof, CH; Valk, Martin, Dr.,
80637 München, DE

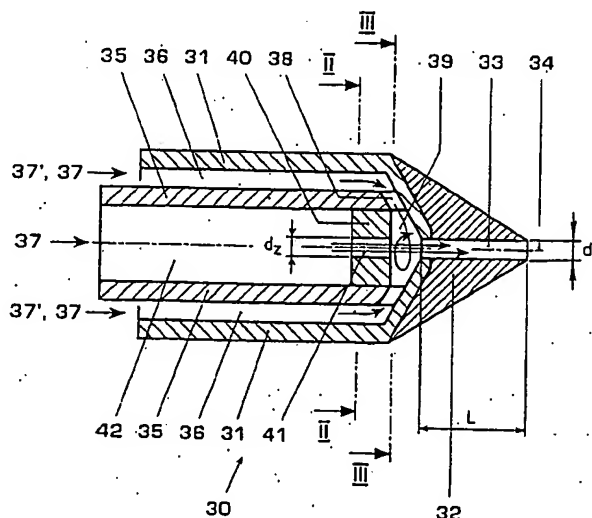
56 Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
zu ziehende Druckschriften:

DE 41 18 538 C2
DE 43 26 802 A1
DE 41 37 136 A1
DE 38 11 261 A1
DE 31 32 352 A1
DE 24 17 130 A1
DE-OS 8 08 722
WO 93 13 359 A1
WO 90 07 088 A1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

54 Druckerstäuberdüse

57 Die Erfindung betrifft eine zweistufige Druckerstäuberdüse mit einem Düsenkörper (30) mit Mischkammer (39), welche über eine Düsenaustrittsbohrung (33) mit einem Außenraum in Verbindung steht und mit einem ersten Zufuhrkanal (42) mit einer Zuführungsbohrung (41) für eine zu zerstäubende Flüssigkeit (37), durch welche besagte Flüssigkeit (37) drallfrei und unter Druck zuführbar ist, wobei in die Kammer (39) mindestens ein weiterer Zufuhrkanal (36) für einen Teil der zu zerstäubenden Flüssigkeit (37) oder für eine zweite zu zerstäubende Flüssigkeit (37') mündet, durch welchen besagte Flüssigkeit (37, 37') unter Druck und mit Drall zuführbar ist. Die Zuführungsbohrung (41) des ersten Zufuhrkanals (42) liegt mit der Düsenaustrittsbohrung (33) auf einer Achse (34). Sie ist dadurch gekennzeichnet, daß der austrittsseitige Durchmesser (d_a) der Düsenaustrittsbohrung (33) höchstens so groß ist wie der Durchmesser (d_z) der Zuführungsbohrung (41) und die Länge (L) der Düsenaustrittsbohrung (33) mindestens das 2- bis maximal 10fache des austrittsseitigen Durchmessers (d_a) der Düsenaustrittsbohrung (33) beträgt.



DE 197 30 617 A 1

Beschreibung

Technisches Gebiet

Die Erfindung bezieht sich auf das Gebiet der Verbrennungstechnik. Sie betrifft eine Druckzerstäuberdüse, umfassend einen Düsenkörper mit einer Mischkammer, welche über eine Düsenbohrung mit einem Außenraum in Verbindung steht. Der Düsenkörper weist einen ersten Zufuhrkanal für eine zu zerstäubende Flüssigkeit auf, durch welchen besagte Flüssigkeit unter Druck und drallfrei dieser Kammer zuführbar ist. In die Kammer des Düsenkörpers mündet mindestens ein weiterer Zufuhrkanal für einen Teil der zu zerstäubenden Flüssigkeit oder für eine zweite zu zerstäubende Flüssigkeit, durch welchen besagter Teil der Flüssigkeit oder die zweite Flüssigkeit unter Druck und mit Drall zuführbar ist. Eine derartige Düse ist beispielsweise aus DE 196 08 349.4 bekannt.

Stand der Technik

Bekannt sind Zerstäuberbrenner, in denen das zur Verbrennung gelangende Öl mechanisch fein verteilt wird. Es wird in feine Tröpfchen von ca. 10 bis 400 µm Durchmesser (Ölnebel) zerlegt, die unter Mischung mit der Verbrennungsluft in der Flamme verdampfen und verbrennen. In Druckzerstäubern (siehe Lueger - Lexikon der Technik, Deutsche Verlags-Anstalt Stuttgart, 1965, Band 7, 5.600) wird durch eine Ölpumpe das Öl unter hohem Druck einer Zerstäuberdüse zugeführt. Über im wesentlichen tangential verlaufende Schlitzte gelangt das Öl in eine Drallkammer und verläßt die Düse über eine Düsenbohrung. Dadurch wird erreicht, daß die Ölteilchen zwei Bewegungskomponenten, eine axiale und eine radiale, erhalten. Der als rotierende Hohlzylinder aus der Düsenbohrung austretende Ölfilm weitet sich aufgrund der Fliehkraft zu einem Hohlkegel aus, dessen Ränder in instabile Schwingungen geraten und zu kleinen Öltröpfchen zerreißen. Das zerstäubte Öl bildet einen Kegel mehr oder weniger großen Öffnungswinkels.

Bei der schadstoffarmen Verbrennung von mineralischen Brennstoffen in modernen Brennern, beispielsweise in Vormischbrennern der Doppelkegelbauart, die in ihrem prinzipiellen Aufbau in EP 0 321 809 B1, beschrieben sind, werden aber besondere Anforderungen an die Zerstäubung des flüssigen Brennstoffes gestellt. Diese sind vor allem folgende:

1. Die Tröpfchengröße muß gering sein, damit die Öltröpfchen vor der Verbrennung vollständig verdampfen können.
2. Der Öffnungswinkel (Ausbreitungswinkel) des Ölnebels soll insbesondere bei der Verbrennung unter erhöhtem Druck klein sein.
3. Die Tropfen müssen eine hohe Geschwindigkeit und einen hohen Impuls haben, um weit genug in den verdichteten Verbrennungsluftmassenstrom eindringen zu können, damit sich der Brennstoffdampf vollständig mit der Verbrennungsluft vor Erreichen der Flammenfront vormischen kann.

Dralldüsen (Druckzerstäuber) und luftunterstützte Zerstäuber der bekannten Bauarten mit einem Druck bis zu ca. 100 bar sind dafür kaum geeignet, weil sie keinen kleinen Ausbreitungswinkel erlauben, die Zerstäubungsqualität eingeschränkt ist und der Impuls des Tropfensprays gering ist.

Bei drallstabilisierten Brennern (z. B. Brenner der Doppelkegelbauart), bei denen mit Hilfe einer Drallströmung die Flammenstabilisierung erzielt wird, bietet sich der Be-

reich zwischen dem Drallerzeuger und dem Rezirkulationsgebiet, das durch Aufplatzen der Drallströmung entsteht, für eine Einmischung und Verdampfung des flüssigen Brennstoffes an. Zur Erzielung einer guten Vorverdampfung sollte der Brennstoff fein zerstäubt in die Strömung eingebracht werden, was sich am einfachsten mit einer Druckzerstäuberdüse bewerkstelligen läßt. Werden die feinen Tröpfchen jedoch einem Drallströmungsfeld ausgesetzt, so kann dies zu einem Ausschleudern der Tropfen auf Grund der Zentrifugalkräfte führen (Zyklonwirkung). Eine Benetzung des Drallerzeugers bzw. der Mischrohrwände hätte zur Folge, daß die Mischung verschlechtert wird und daß die Gefahr von Flammenrückschlag entlang der Wände und Auftreten von Ablagerungen auf Grund von Brennstoffzersetzung eintritt.

Als Folge dieser ungenügenden Verdampfung und Vormischung des Brennstoffes ist deshalb eine Wasserzugabe zum lokalen Absenken der Flammentemperatur und damit der NOx-Bildung notwendig. Da das zugeführte Wasser oftmals auch Flammenzonen stört, die zwar an sich wenig NOx erzeugen, aber für die Flammenstabilität sehr wichtig sind, treten häufig Instabilitäten, wie Flammenpulsation und schlechter Ausbrand auf, was zum Anstieg des CO-Ausstoßes führt.

Eine Verbesserung ist mit der aus EP 0 496 016 B1 bekannten Hochdruckzerstäuberdüse zu erreichen. Diese besteht aus einem Düsenkörper, in welchem eine Turbulenzkammer ausgebildet ist, welche über mindestens eine Düsenbohrung mit einem Außenraum in Verbindung steht, und welche mindestens einen Zufuhrkanal für die unter Druck zuführbare zu zerstäubende Flüssigkeit aufweist. Sie ist dadurch gekennzeichnet, daß die Querschnittsfläche des in die Turbulenzkammer mündenden Zufuhrkanales um den Faktor 2 bis 10 größer ist als die Querschnittsfläche der Düsenbohrung. Durch diese Anordnung gelingt es, in der Turbulenzkammer ein hohes Turbulenzniveau zu erzeugen, das auf dem Weg bis zum Austritt aus der Düse nicht abklingt. Der Flüssigkeitsstrahl wird durch die vor der Düsenbohrung erzeugte Turbulenz im Außenraum, also nach Verlassen der Düsenbohrung zum raschen Zerfall gebracht, wobei sich niedrige Ausbreitungswinkel von 20° und weniger ergeben. Die Tröpfchengröße ist ebenfalls sehr klein.

Beim Betrieb von Gasturbinenbrennern mit flüssigem Brennstoff ist man bestrebt, möglichst über den gesamten Lastbereich der Gasturbine (ca. 10% bis 120% Brennstoffmassenstrom bezogen auf Nennlastbedingungen) ein Tropfenspray zu erzeugen, das im gesamten Bereich eine schadstoffarme und stabile Verbrennung in einem vorgegebenen Luftströmungsfeld ermöglicht.

Der Einsatz einer oben beschriebenen Hochdruckzerstäuberdüse zum Zerstäuben von flüssigem Brennstoff in Gasturbinenbrennern führt bei Vollast und Überlast (100-120%) wünschgemäß zwar zu einem nicht zu hohen Druck (100 bar) und einer geringen Tröpfchengröße, wobei aufgrund des engen Spraywinkels unerwünschte Wandbenetzung und Verkokung vermieden werden.

Bei Teillast sinkt jedoch der Brennstoffvordruck aufgrund des fallenden Gesamtbrennstoffmassenstromes ab. Die zur Zerstäubung erforderliche Energie für Druckzerstäuber ist aber über den Brennstoffvordruck gegeben, so daß sich in diesem Lastbereich die Zerstäubungsgüte verschlechtert und die Eindringtiefe des Brennstoffsprays in die Luftströmung durch den niedrigen Brennstoffvordruck geringer wird.

Dieser Nachteil wird mit der bereits erwähnten zweistufigen Druckzerstäuberdüse nach DE 196 08 349.4 beseitigt. Diese wird bei Voll- und Überlastbetrieb über eine drallfreie Turbulenzerzeugerhauptstufe und bei Teil- und Niedriglast-

betrieb zusätzlich oder aber allein über eine Druckdrallstufe betrieben. Diese Lösung hat aber den Nachteil, daß infolge der hohen Turbulenz im Strahl der Turbulenzerzeugerhauptstufe keine sehr engen Spraywinkel ($< 15^\circ$) möglich sind. Für bestimmte Anwendungsfälle, bei welchen die Brennerluft stark verdrallt ist, sind aber sehr enge Brennstoffstrahlwinkel zum Vermeiden von Wandauftragung erforderlich. Prinzipiell sind hierzu Strahldüsen, sogenannte Plain Jets, geeignet. Diese erzeugen aber eine zur Zündung des Brenners nur schlecht geeignete Zerstäubung.

Darstellung der Erfindung

Die Erfindung versucht, alle diese Nachteile zu vermeiden. Ihr liegt die Aufgabe zugrunde, eine Druckzerstäuberdüse der o.g. Art zu entwickeln, die eine einfache Bauweise aufweist und einen an die jeweiligen Betriebsbedingungen genau angepaßten Spraywinkel bzw. Zerstäubungsgrad der zu zerstäubenden Flüssigkeit bzw. Flüssigkeiten ermöglicht. Dabei sollen vor allem auch extrem kleine Sprühwinkel realisiert werden, wobei die Zerstäubung unterdrückt wird und es nur zu einer verzögerten Auflösung des Flüssigkeitsstromes kommt. Außerdem soll ein Verfahren zum effektiven Betrieb dieser Druckzerstäuberdüse vorgeschlagen werden.

Erfindungsgemäß wird dies bei einer Druckzerstäuberdüse, umfassend einen Düsenkörper, in welchem eine Mischkammer ausgebildet ist, welche über eine Düsenaustrittsbohrung mit einem Außenraum in Verbindung steht und einen ersten Zufuhrkanal mit einer Zuführungsbohrung für eine zu zerstäubende Flüssigkeit aufweist, durch welche besagte Flüssigkeit drallfrei und unter Druck zuführbar ist, wobei in die Kammer mindestens ein weiterer Zufuhrkanal für einen Teil der zu zerstäubenden Flüssigkeit oder für eine zweite zu zerstäubende Flüssigkeit mündet, durch welchen besagter Teil der Flüssigkeit oder die zweite Flüssigkeit unter Druck und mit Drall zuführbar ist, wobei die Zuführungsbohrung des ersten Zufuhrkanales mit der Düsenaustrittsbohrung auf einer Achse liegt, dadurch erreicht, daß der austrittsseitige Durchmesser der Düsenaustrittsbohrung höchstens so groß ist wie der Durchmesser der Zuführungsbohrung und die Länge der Düsenaustrittsbohrung mindestens das 2- bis maximal 10-fache des austrittsseitigen Durchmessers der Düsenaustrittsbohrung beträgt.

Die Vorteile der Erfindung bestehen unter anderem darin, daß damit die Möglichkeit gegeben ist, den Sprühwinkel der Düse bis auf einen extrem kleinen Winkel, d. h. bis zu einem Vollstrahl ohne störende Turbulenzen zu reduzieren. Damit wird den Besonderheiten des Drallströmungsfeldes eines drallstabilisierten Brenners Rechnung getragen. Andererseits kann die Betriebsweise einer herkömmlichen feinstäubenden Druckzerstäuberdüse beibehalten werden. Zwischen diesen Extremen ist durch einen gleitende Regelung die Einstellung aller Betriebszustände, d. h. Sprühwinkel und Zerstäubungsgrade möglich. Durch Einhaltung des o.g. Verhältnisses von Länge zu Durchmesser der Düsenaustrittsbohrung wird erreicht, daß einerseits der Drall aus der Drallstufe nicht zu stark abgebaut wird und damit die Zerstäubung im Druckzerstäuberbetrieb ausreichend ist und andererseits die Divergenz des Vollstrahles klein genug ist, damit es nicht zu einem unerwünschten Ausschleudern von Tropfen kommen kann.

Es ist besonders zweckmäßig, wenn die Druckzerstäuberdüse einen austrittsseitigen Durchmesser der Düsenaustrittsbohrung aufweist, der kleiner ist als der Durchmesser der Zuführungsbohrung, insbesondere soll er ca. das 0,7-fache des Durchmessers der Zuführungsbohrung betragen. Dadurch wird ein größerer Teil des gesamten Druckabfalls über die Austrittsöffnung erreicht, was zu einer hohen Stabilität

des Vollstrahles führt.

Ferner ist eine Ausführungsvariante vorteilhaft, bei welcher die Düsenaustrittsbohrung im Deckel eines ersten Rohres angeordnet ist, in welchem ein zweites Rohr kleineren Außendurchmessers eingesetzt ist, das bis zu dem besagten Deckel reicht, und im deckelseitigen Ende des zweiten Rohres mindestens ein Schlitz vorgesehen ist, welcher tangential angestellt ist und einen Drallkanal bildet und welcher den Ringraum zwischen den ersten und dem zweiten Rohr mit der Kammer verbindet, von welcher die Düsenaustrittsbohrung in den Außenraum führt, wobei die Kammer im wesentlichen durch den Deckel, die Innenwände des zweiten Rohres und ein Füllstück im zweiten Rohr begrenzt ist, und die Zuführungsbohrung im Füllstück auf der gleichen Achse wie die Düsenaustrittsbohrung angeordnet ist. Diese Düse zeichnet sich durch eine einfache Bauweise aus.

Schließlich wird mit Vorteil eine erfindungsgemäße Druckzerstäuberdüse verwendet, deren Düsenaustrittsbohrung über ihre Gesamtlänge eine konstante Querschnittsfläche aufweist. Diese ist sehr einfach herstellbar.

Wird dagegen eine erfindungsgemäße zweistufige Druckzerstäuberdüse verwendet, deren Düsenaustrittsbohrung über ihre Gesamtlänge eine in Strömungsrichtung stetig abnehmende Querschnittsfläche aufweist, so wird infolge des konvergierenden Teiles vorteilhaft in der Drallstufe eine gleichmäßige Beschleunigung der zu zerstäubenden Flüssigkeit erreicht. Die Reibungsverluste sind geringer als bei einer Ausführungsvariante, bei der eine Düse mit konstantem Querschnitt der Düsenaustrittsbohrung vorgesehen ist. Mit dieser Geometrie wird bei Betrieb in der Vollstrahlstufe die Zerstäubung unterdrückt, und es kommt zu einer verzögerten Auflösung des Flüssigkeitsstromes.

Ferner ist es vorteilhaft, wenn die erfindungsgemäße Druckzerstäuberdüse eine Düsenaustrittsbohrung hat, welche an ihrem einlaufseitigen Ende einen Einlauffradius aufweist, der mindestens so groß ist wie der Radius der Mischkammer. Hierdurch wird ein Ablösen der Strömung am Eintritt in die Austrittsbohrung verhindert und dadurch werden Strömungsverluste bzw. bei hohen Geschwindigkeiten mögliche Kavitation verhindert.

Kurze Beschreibung der Zeichnung

In der Zeichnung sind drei Ausführungsbeispiele der Erfindung dargestellt.

Es zeigen:

Fig. 1 einen Teillängsschnitt einer erfindungsgemäßen Druckzerstäuberdüse mit Vollstrahlstufe und Drallstufe in einer ersten Ausführungsvariante;

Fig. 2 einen Querschnitt der Druckzerstäuberdüse nach Fig. 1 im Bereich der Vollstrahlstufe entlang der Linie II-II; Fig. 3 einen Querschnitt der Druckzerstäuberdüse nach Fig. 1 im Bereich der Drallstufe entlang der Linie III-III;

Fig. 4 einen Teillängsschnitt einer erfindungsgemäßen Druckzerstäuberdüse mit Vollstrahlstufe und Drallstufe in einer zweiten Ausführungsvariante;

Fig. 5 einen Teillängsschnitt einer erfindungsgemäßen Druckzerstäuberdüse mit Vollstrahlstufe und Drallstufe in einer dritten Ausführungsvariante.

Es sind nur die für das Verständnis der Erfindung wesentlichen Elemente gezeigt. Nicht dargestellt sind beispielsweise Regelorgane, mit denen die Größe des durch die einzelnen Stufen der Düse strömende Flüssigkeitsstromes beeinflusst werden kann. Die Strömungsrichtung der Medien ist mit Pfeilen bezeichnet.

Weg zur Ausführung der Erfindung

Nachfolgend wird die Erfindung anhand von Ausführungsbeispielen und der Fig. 1 bis 5 näher erläutert.

Fig. 1 bis 3 zeigen ein erstes Ausführungsbeispiel der Erfindung, wobei Fig. 1 die Druckzerstäuberdüse in einem Teillängsschnitt darstellt und die Fig. 2 und 3 zwei Querschnitte in unterschiedlichen Ebenen zeigen.

Die Druckzerstäuberdüse umfaßt einen Düsenkörper 30, bestehend aus einem ersten Rohr 31, das an seinem in Strömungsrichtung gesehenen Ende durch einen kegelförmigen Deckel 32 verschlossen ist. In der Mitte des Deckels 32 ist eine Düsenbohrung 33 angeordnet, deren Längsachse mit 34 bezeichnet ist. Erfindungsgemäß beträgt die Länge der Düsenaustrittsbohrung mindestens das 2- bis maximal 10-fache des austrittsseitigen Durchmessers der Düsenaustrittsbohrung. In das Rohr 31 ist ein zweites, einen kleineren Außendurchmesser als der Innendurchmesser des ersten Rohres 31 aufweisendes Rohr 35 eingesetzt, das bis an den Deckel 32 heran reicht und auf diesem aufliegt. Der Ringraum 36 zwischen den beiden Rohren 31 und 35 dient der Zufuhr der bzw. eines Teiles der zu zerstäubenden Flüssigkeit 37. Das auf dem Deckel 32 aufliegende Ende des Rohres 35 ist mit vier tangential angestellten Schlitzfenstern 38 versehen, die eine Verbindung des Ringraumes 36 mit einer Kammer 39 herstellen, welche als Drallkammer für die durch die Schlitzfenster 38 einströmende zu zerstäubende Flüssigkeit 37 dient. Die Kammer 39 wird begrenzt durch die Innenwände des Deckels 32 und des zweiten Rohres 35, sowie durch ein Füllstück 40, welches im Inneren des zweiten Rohres 35 eingeschoben und darin befestigt ist. Dieses Füllstück 40 befindet sich auf gleicher Höhe wie die Oberkante der Schlitzfenster 38, es kann aber bei einer anderen nicht dargestellten Ausführungsvariante auch von der Oberkante der Schlitzfenster 38 beabstandet sein. Im Füllstück 40 ist eine Zuführungsbohrung 41 für die zu zerstäubende Flüssigkeit 37 bzw. für eine zweite zu zerstäubende Flüssigkeit angeordnet, die eine drallfreie Zuströmung der Flüssigkeit vom Zufuhrkanal 42 in die Kammer 39 ermöglichen. Die Zuführungsbohrung 41 liegt mit der Düsenaustrittsbohrung 33 auf der gleichen Achse 34. Die Zuführungsbohrung 41 weist in diesem ersten Ausführungsbeispiel über ihre gesamte Länge L einen konstanten Durchmesser d_z auf. Dieser Durchmesser d_z ist im Vergleich zum Durchmesser d_a der Düsenaustrittsbohrung 33 etwas größer bemessen. Vorzugsweise sollte das Verhältnis von d_a zu d_z etwa 0,7 betragen. Dann wird beim Betrieb der Düse in der Vollstrahlstufe eine gute Stabilität des Vollstrahles erreicht, weil ein größerer Teil des gesamten Druckabfalls über die Düsenaustrittsbohrung auftritt. Von besonderer Bedeutung für die Funktion der Düse ist auch das Verhältnis von Länge L zum austrittsseitigen Durchmesser d_a der Düsenaustrittsbohrung 33. Es liegt erfindungsgemäß in einem Bereich von 2 bis 10. Ist nämlich das Längen- zu Durchmesser-Verhältnis zu hoch, wird der Drall aus der Drallstufe zu stark abgebaut und die Zerstäubung im Druckzerstäuberbetrieb ist unzureichend. Bei zu kleinem Verhältnis von Länge zu Durchmesser der Düsenaustrittsbohrung 33 weist dagegen der Vollstrahl eine zu große Divergenz auf, was zu einem unerwünschten Ausschleudern von Tropfen führen kann.

Die erfindungsgemäße Druckzerstäuberdüse weist somit zwei Stufen auf – eine Vollstrahlstufe (s. Fig. 2) und eine Druckdrallstufe (s. Fig. 3), die je nach Erfordernissen entweder gemeinsam oder auch einzeln betrieben werden können.

Abweichend vom dargestellten Ausführungsbeispiel kann die Druckzerstäuberdüse auch mit mehr oder weniger Schlitzfenstern 38 versehen sein. Ebenso ist auch eine andere Ver-

teilung der Kanäle über den Umfang möglich. Anstelle der Schlitzfenster 38 können auch andere Drallerzeuger, beispielsweise Schaufeln, im Kanal 36 angeordnet sein, die dafür sorgen, daß die zu zerstäubende Flüssigkeit aus dem Kanal 36 verdrallt in die Kammer 39 eintritt.

Fig. 4 zeigt in einem Teillängsschnitt ein zweites Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen zweistufigen Druckzerstäuberdüse mit Vollstrahlstufe und Drallstufe. Der Aufbau der Düse unterscheidet sich vom oben beschriebenen Ausführungsbeispiel nur dadurch, daß die Düsenaustrittsbohrung 33 keinen konstanten Durchmesser aufweist, sondern daß der Durchmesser in Strömungsrichtung gesehen über die gesamte Länge L der Düsenaustrittsbohrung bis zum eigentlichen Austritt hin stetig abnimmt. Das hat gegenüber dem ersten Ausführungsbeispiel die zusätzlichen Vorteile, daß eine gleichmäßige Beschleunigung des Flüssigkeitsstromes in der Düse stattfindet, daß die Reibungsverluste in der Drallstufe vermindert werden, daß in der Vollstrahlstufe keine Turbulenzen auftreten bzw. ev. vorhandene abgebaut werden und daß die Zerstäubung der Flüssigkeit unterdrückt wird.

Fig. 5 zeigt in einem Teillängsschnitt ein drittes Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen zweistufigen Druckzerstäuberdüse mit Vollstrahlstufe und Drallstufe. Der Aufbau der Düse unterscheidet sich vom oben beschriebenen ersten Ausführungsbeispiel nur dadurch, daß auch hier die Düsenaustrittsbohrung 33 keinen konstanten Durchmesser aufweist. In diesem dritten Ausführungsbeispiel hat die Düsenaustrittsbohrung einen Einlaufradius R_e , der etwa so groß sein sollte wie der Radius R_k der Kammer 39. Auch hier entstehen weniger Reibungsverluste.

Die erfindungsgemäße Düse kann beispielsweise in einen drallstabilisierten Gasturbinen- oder Kesselbrenner, z. B. einen Brenner der Doppelkegelbauart, eingebaut und an die Erfordernisse des jeweiligen Brennerströmungsfeldes bzw. an Betriebszustände der Gasturbinenbrennkammer oder des Kessels angepaßt werden, falls erforderlich, auch während des Betriebes. Beim Zünden und im Teillastbetrieb wird beispielsweise die Düse über die Druckdrallstufe betrieben, indem die Flüssigkeit 37, in diesem Falle Brennstoff, über den Zufuhrkanal 36 und den Drallkanal 38 (oder über einen im Kanal 36 angeordneten Drallerzeuger) unter hohem Druck und verdrallt in die Kammer 39 gelangt und über die Düsenaustrittsbohrung 33 in den Brennraum als fein zerstäubte Tropfen eingedüst wird. Durch die rotierende Bewegung wird an der Düsenbohrung 33 eine Hohlkegelströmung erzeugt. Mit zunehmender Gesamtenergiefeldmenge und daher mit zunehmender Gefahr des Ausschleuderns von Tropfen wird dann auf die Vollstrahlstufe übergegangen, indem der Brennstoff über den Kanal 42 und die Zuführungsbohrung 41, welche mit der Düsenaustrittsbohrung 33 auf einer Achse liegt, unverdrallt in die Kammer 39 eingebracht wird, von wo aus der Brennstoff dann über die Düsenaustrittsbohrung 33 als Vollstrahl in den Brennraum eintritt. Der Spraywinkel der Vollstrahldüse ist extrem niedrig, er liegt bei < 5°.

Es können beide Stufen gleichzeitig betrieben werden, dann findet in der Kammer 39 eine Mischung der beiden Brennstoffströme statt.

Je nach Betriebsbedingungen der Gasturbine kann die Düse auch in nur einer Stufe betrieben werden. Da bei Vollast und Überlast möglichst extrem kleine Sprühwinkel eingestellt werden sollten, wird dann beispielsweise nur die Vollstrahlstufe benutzt, und der durch die Drallkanäle 38 strömende Brennstoffmassenstrom wird vollständig abgeschaltet. Außerdem ist es möglich, je nach Lastbereich verschiedene Flüssigkeiten, z. B. Wasser und Öl, über die Kanäle 36, 38 und 42, 41 der Kammer 39 zuzuführen und nach

ihrer Mischung zu zerstäuben.

Bezugszeichenliste

30	Düsenkörper
31	erstes Rohr
32	Deckel von Pos. 31
33	Düsenaustrittsbohrung
34	Längsachse der Düse
35	zweites Rohr
36	Ringraum zwischen Pos. 31 und 35
37	zu zerstäubende Flüssigkeit
37'	zweite zu zerstäubende Flüssigkeit
38	tangential angestellter Schlitz
39	Drallkammer
40	Füllstück
41	Zuführungsbohrung
42	Zufuhrkanal L Länge von Pos. 33
d_a	Durchmesser von Pos. 33
d_z	Durchmesser von Pos. 41
R_e	Einlaufradius von Pos. 33
R_k	Radius von Pos. 39.

Patentansprüche

1. Druckzerstäuberdüse, umfassend einen Düsenkörper (30), in welchem eine Mischkammer (39) ausgebildet ist, welche über eine Düsenaustrittsbohrung (33) mit einem Außenraum in Verbindung steht und einen ersten Zufuhrkanal (42) mit einer Zuführungsbohrung (41) für eine zu zerstäubende Flüssigkeit (37) aufweist, durch welche besagte Flüssigkeit (37) drallfrei und unter Druck zuführbar ist, wobei in die Kammer (39) mindestens ein weiterer Zufuhrkanal (36) für einen Teil der zu zerstäubenden Flüssigkeit (37) oder für eine zweite zu zerstäubende Flüssigkeit (37') mündet, durch welchen besagter Teil der Flüssigkeit (37) oder die zweite Flüssigkeit (37') unter Druck und mit Drall zuführbar ist, wobei die Zuführungsbohrung (41) des ersten Zufuhrkanales (42) mit der Düsenaustrittsbohrung (33) auf einer Achse (34) liegt, dadurch gekennzeichnet, daß
 - a) der austrittsseitige Durchmesser (d_a) der Düsenaustrittsbohrung (33) höchstens so groß ist wie der Durchmesser (d_z) der Zuführungsbohrung (41) und
 - b) die Länge (L) der Düsenaustrittsbohrung (33) mindestens das 2- bis maximal 10-fache des austrittsseitigen Durchmessers (d_a) der Düsenaustrittsbohrung (33) beträgt.
2. Druckzerstäuberdüse nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der austrittsseitige Durchmesser (d_a) der Düsenaustrittsbohrung (33) ca. das 0,7-fache des Durchmessers (d_z) der Zuführungsbohrung (41) beträgt.
3. Druckzerstäuberdüse nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Düsenaustrittsbohrung (33) im Deckel (32) eines ersten Rohres (31) angeordnet ist, in welchem ein zweites Rohr (35) kleineren Außendurchmessers eingesetzt ist, das bis zu dem besagten Deckel (32) reicht, und im deckelseitigen Ende des zweiten Rohres (35) mindestens ein Schlitz (38) vorgesehen ist, welcher tangential angestellt ist und einen Drallkanal bildet und welcher den Ringraum (36) zwischen den ersten (31) und dem zweiten Rohr (35) mit der Kammer (39) verbindet, von welcher die Düsenaustrittsbohrung (33) in den Außenraum führt, wobei die Kammer (39) im wesentlichen durch den Deckel

(32), die Innenwände des zweiten Rohres (35) und ein Füllstück (40) im zweiten Rohr (35) begrenzt ist, und die Zuführungsbohrung (41) im Füllstück (40) auf der gleichen Achse (34) wie die Düsenaustrittsbohrung (33) angeordnet ist.

4. Druckzerstäuberdüse nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Düsenaustrittsbohrung (33) über ihre Gesamtlänge (L) eine konstante Querschnittsfläche aufweist.

5. Druckzerstäuberdüse nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Düsenaustrittsbohrung (33) über ihre Gesamtlänge (L) eine in Strömungsrichtung stetig abnehmende Querschnittsfläche aufweist.

6. Druckzerstäuberdüse nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Düsenaustrittsbohrung (33) an ihrem einlaufseitigen Ende einen Einlaufradius (R_e) aufweist, welcher mindestens so groß ist wie der Radius (R_k) der Kammer (39).

7. Verfahren zum Betrieb einer Druckzerstäuberdüse nach einem der Ansprüche 1 bis 6 in einem drallstabilisierten Brenner, wobei beim Zünden und im Teillastbetrieb die Düse über eine Druckdrallstufe betrieben wird, indem ein Teil der zu zerstäubenden Flüssigkeit (37) oder ein Teil der zu zerstäubenden Flüssigkeit (37') über den Zufuhrkanal (38) verdrallt der Kammer (39) zugeführt und dort eine stark verdrallte Strömung erzeugt wird, welche anschließend durch die Düsenaustrittsbohrung (33) in den Außenraum gelangt, wobei der Anteil der über die Drallstufe zugeführten Flüssigkeit (37, 37') mit zunehmenden Gesamtflüssigkeitsmassenstrom verringert wird, dadurch gekennzeichnet, daß die Düse bei Voll- und Überlastbetrieb über eine Vollstrahlstufe betrieben wird, indem die Flüssigkeit (37) über die Zuführungsbohrung (41) der Kammer (39) zugeführt wird und von dort aus durch die Düsenaustrittsbohrung (33) als Vollstrahl in den Außenraum gelangt.

8. Verfahren nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß zwischen beiden Stufen gleitend umgeschaltet wird.

9. Verfahren nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß beide Stufen gleichzeitig und im Durchsatz variierbar betrieben werden.

10. Verfahren nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß nur eine der beiden Stufen betrieben wird.

Hierzu 3 Seite(n) Zeichnungen

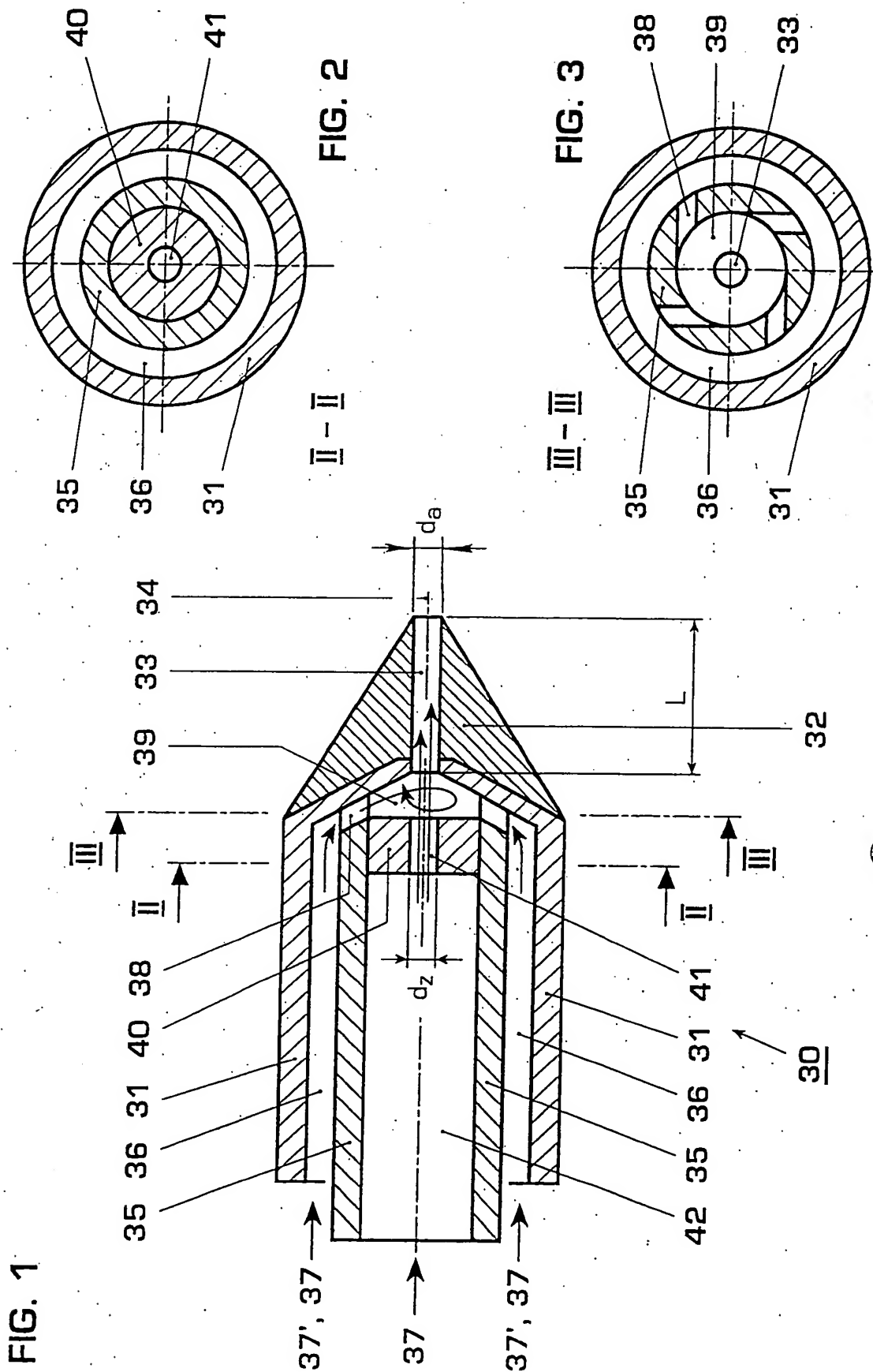


FIG. 4

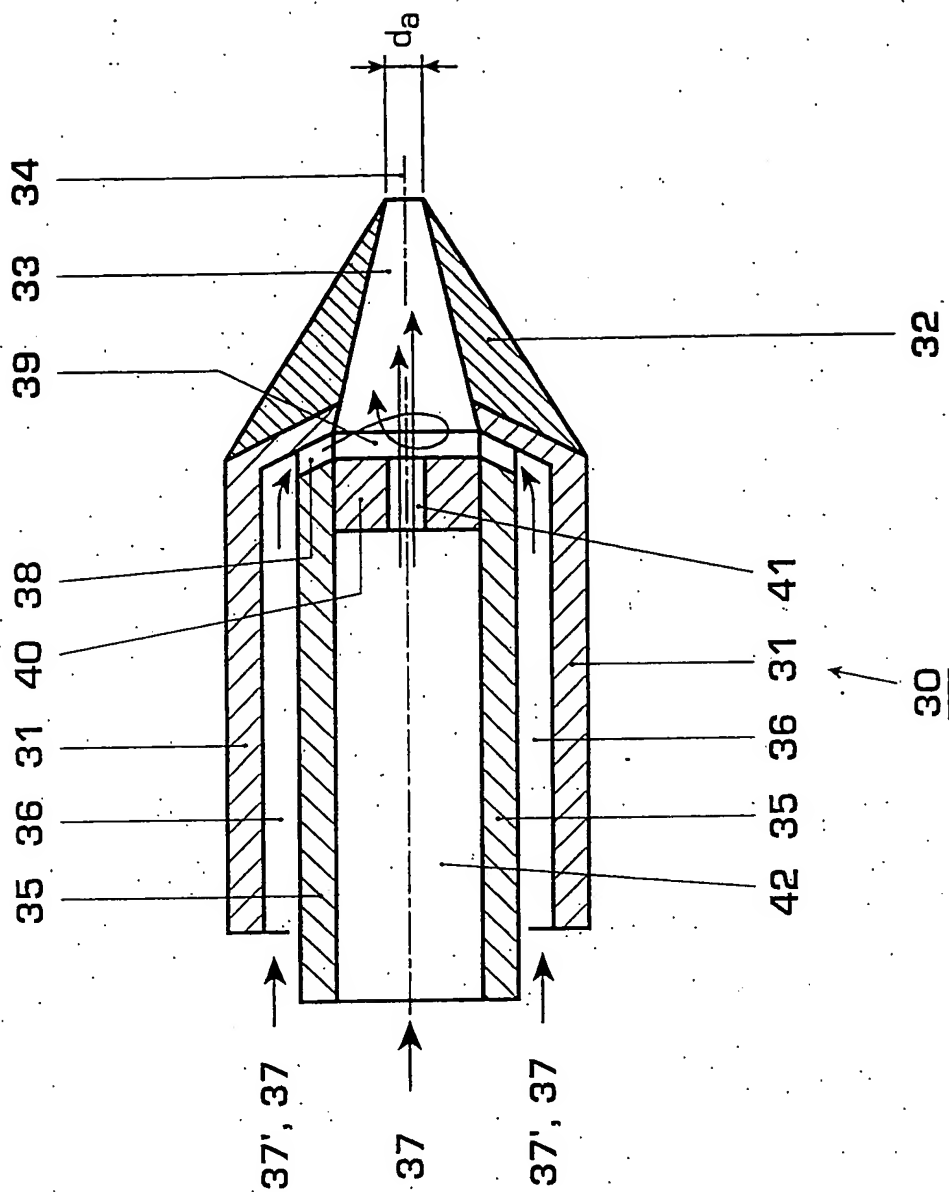


FIG. 5

